

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-199033

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)8月10日

F 16 F 13/00  
B 60 K 5/12  
B 62 D 27/04

6581-3J  
F-8710-3D  
A-7222-3D

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全19頁)

⑮ 発明の名称 防振装置の制御装置

⑯ 特 願 昭63-21727

⑰ 出 願 昭63(1988)2月1日

⑱ 発 明 者 高 野 和 也 神奈川県鎌倉市腰越1-10-53  
⑲ 発 明 者 牛 島 孝 夫 神奈川県茅ヶ崎市旭が丘9-41  
⑳ 発 明 者 野 口 毅 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町1274-9  
㉑ 出 願 人 株式会社ブリヂストン 東京都中央区京橋1丁目10番1号  
㉒ 代 理 人 弁理士 中 島 淳 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

防振装置の制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) 一部が弾性体で構成されかつ内部に電気粘性流体が充填された液室を区画して形成された複数の小液室と、前記複数の小液室を連通するオリフィスと、前記オリフィス内に配置された電極とを備え、振動発生部と振動受部との間に介在された防振装置の前記電極に印加する電圧を制御して前記電気粘性流体の粘性を変化させる防振装置の制御装置において、前記振動受部および前記振動発生部のいずれか一方の振動を検出する検出手段と、前記検出手段で検出された振動に対して周波数が2倍でかつ位相が所定量ずれたパルス信号を発生するパルス信号発生手段と、前記パルス信号のパルスの発生に対応して前記電気粘性流体の粘性が大きくなるように前記電極へ電圧を印加する電圧印加手段と、を設けたことを特徴とする防振装置の制御装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は防振装置の制御装置に係り、特に振動発生部と振動受部との間に介在されると共に内部に電気粘性流体が封入されその粘性抵抗で振動を吸収する防振装置における制御装置に関する。

[従来の技術]

自動車用エンジンマウント、キャブマウント、ブッシュ、ボディマウント等に用いられる防振装置として、一部が弾性体で構成された液室を備えたものがある。この液室は隔壁によって2つの小液室に分割されており、これらの小液室はオリフィスで連通されている。この防振装置は、振動発生時に一方の小液室の液体がオリフィスを通して他方の小液室へと向けて移動するときの抵抗で振動が吸収されるようになっている。

ところがこのような防振装置では、自動車等に発生する異なる周波数の振動に対処するためには、異なる大きさのオリフィスを複数個設け、これらを弁等により各々開閉する構造としなくてはなら

ない。このため、流体として電気粘性流体を用い、この電気粘性流体に電界を印加して負荷に応じて流体の粘性を変化させる防振装置が提案されている（特開昭 60-104828号、特開昭 61-74930号）。しかしながら、上記の電気粘性流体を用いた防振装置では、共振点で共振が発生し、他の周波数領域よりも振動伝達率が高くなると共に、減衰によって防振領域での防振性が悪化する、という問題がある。

このため、従来では特開昭 62-31738号公報に示されるように、振動発生部と振動受部とに速度検出センサを各々取付け、これらのセンサ出力に基づいて電気粘性流体に印加する電界を制御して減衰係数を調整することが行われている。  
〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、振動受部と振動発生部との間に介在された防振装置は、減衰係数  $C$  のダッシュポットとばね定数  $k$  のばねとを含む振動系と見做すことができるにも拘わらず、従来の技術では減衰係数のみの調整を行っているため、減衰係数の調

位相が所定量ずれたパルス信号を発生するパルス信号発生手段と、前記パルス信号のパルスの発生に対応して前記電気粘性流体の粘性が大きくなるように前記電極へ電圧を印加する電圧印加手段と、を設けたことを特徴とする。

#### 〔作用〕

本発明によれば、一部が弾性体で構成されかつ内部に電気粘性流体が充填された液室を区画して形成された複数の小液室と、この複数の小液室を連通するオリフィスと、このオリフィス内に配置された電極とを備えた防振装置が振動発生部と振動受部との間に介在される。検出手段は、振動受部および振動発生部のいずれか一方の振動を検出する。パルス信号発生手段は、上記検出手段で検出された振動に対して周波数が 2 倍でかつ位相が所定量ずれたパルス信号を発生する。そして、電圧印加手段は、パルス信号のパルスの発生に対応して電気粘性流体の粘性が大きくなるように防振装置の電極に電圧を印加する。電気粘性流体には、電圧を印加したときに粘性が大きくなるものと電

圧によってばね定数が変化し、特に防振領域での防振性が悪化する、という問題がある。また、センサを 2 個用いているため、構造が複雑になると共にコストが高くなる、という問題がある。

本発明は上記問題点を解決すべく成されたもので、構造簡単でかつ低コストで製造できると共に防振性を良好にした防振装置の制御装置を提供することを目的とする。

#### 〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために本発明は、一部が弾性体で構成されかつ内部に電気粘性流体が充填された液室を区画して形成された複数の小液室と、前記複数の小液室を連通するオリフィスと、前記オリフィス内に配置された電極とを備え、振動発生部と振動受部との間に介在された防振装置の前記電極に印加する電圧を制御して前記電気粘性流体の粘性を変化させる防振装置の制御装置において、前記振動受部および前記振動発生部のいずれか一方の振動を検出する検出手段と、前記検出手段で検出された振動に対して周波数が 2 倍でかつ

圧を印加したときに粘性が小さくなるものとが存在するため、パルスが発生されたときに電圧を印加して粘性を大きくしてもよく、予め電圧を印加しておいてパルスが発生されたときに電圧の印加を停止して粘性を大きくするようにしてもよい。このように電気粘性流体の粘性を大きくすることにより減衰係数が大きくなり、電気粘性流体移動時の流通抵抗によって振動が減衰されるが振動受部または振動発生部の振動に対して 2 倍の周波数でかつ位相が所定量ずれたタイミングで粘性が大きくなるため、減衰係数と共にばね定数も同時に変化し、これによって防振領域の防振性を良好にすることができる。

上記電気粘性流体 (electrorheologic fluid または electroviscous fluid) としては、例えば米国特許第 2886151 号、米国特許第 3047507 号に開示されている電界の強さに応じて粘性が大きく変化する流体を使用することができる。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、単一の検出手段で検出された振動に基づいてオリフィス内の電気粘性流体の粘性を所定のタイミングで変化させているため、構造簡単でかつ低コストで製造できると共に、減衰係数及びばね定数を同時に変化させて防振性を良好にすることができる、という効果が得られる。

#### 【実施例】

以下図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。第1図に示すように、防振装置のベースプレート10は中央下部に取付ボルト12が突出され、この取付ボルト12は振動発生部Bに固定されている。振動発生部Bとしては、例えば、自動車のボディを採用することができる。

ベースプレート10の周囲は直角に屈曲された筒状の立壁部10Aとなっており、この立壁部10Aの上端部は外側へ直角に屈曲されたフランジ部10Bとなっている。このフランジ部10B上にはダイヤフラム16及び隔壁20が搭載されている。ダイヤフラム16とベースプレート10と

の間には空気室22が形成されている。この空気室22は必要に応じて外部と連通してもよい。

隔壁20の周囲及びダイヤフラム16は外筒24の下端部によってフランジ部10Bへかしめ固着されている。外筒24の上端部は次第に内径が拡大され、この外筒24の内周に吸振主体26の外周が加硫接着されている。この吸振主体26は一例としてゴムで形成されており、下端部は外筒24の内周に沿って延長される延長部26Aとされ、この延長部26Aの一部は外筒24と隔壁20との間に挟持されている。

吸振主体26の軸心部には支持台28の外周が加硫接着されている。この支持台28の軸心から突出される取付ボルト30は支持台28へ搭載された振動受部Aに固定されている。この振動受部Aとしては、例えばエンジンを採用することができる。

吸振主体26は外筒24、ダイヤフラム16と共に液室32を形成しており、この液室32内には電気粘性流体が充填封入されている。この電気

粘性流体は一例として40～60重量%のケイ酸、30～50重量%の低沸点の有機相、50～100重量%の水及び5重量%の分散媒からなる混合物が適用でき、例えばイソドデカン(isododekan)が適用できる。この電気粘性流体は通電していない場合に普通の液圧流体の粘性を有し、通電時に電界の強さに応じて粘性が変化して粘性が大きくなる特性を有する。

第2図に示される如く隔壁20の中央部に形成される隆起部20Aには貫通孔36が形成されている。この貫通孔36は隆起部20Aへ熱溶着、高周波溶着等で面着される隔壁蓋板38で閉止されている。このため液室32はこの隔壁20、隔壁蓋板38によって上小液室32Aと下小液室32Bとに区画される。

隆起部20Aには平面形状が略C字状の溝が穿設され、隔壁蓋板38によってその開放部が閉止されてオリフィス40となっている。このオリフィス40は隔壁蓋板38に形成される円孔42及び隔壁20を貫通する円孔44を介して夫々長手

方向端部が上小液室32A及び下小液室32Bと連通している。

このため上小液室32A及び下小液室32Bの流体はこのオリフィス40を通して相互に流通でき、通電時に抵抗を生ずるようになっている。

オリフィス40の内周の対向面、すなわち側壁には同心形状に電極板46、48が接着されている。これらの電極板46、48は第1図に示される如く隔壁20の内部を通過するリード線50、52によって高電圧発生回路80へ接続されており、必要時に通電されるようになっている。

リード線50、52が封入される隔壁20は一部又は全部を合成樹脂、セラミックス等の絶縁材で製作する必要があり、一例として電極板46、48の間隔は1～2mm程度とする。

振動発生部Bには振動発生部Bの振動の変位 $y$ を検出する変位センサ92が取付けられている。変位センサ92は変位 $y$ の位相を所定量 $\theta$ ずらす位相調整回路84に接続されている。この位相調整回路の位相のずれ量は、最適な防振効果が得ら

れるように個々の防振装置について予め実験により定められている。

位相調整回路 84 はパルス発生回路 82 を介してトランジスタ Tr のベースに接続されている。このパルス発生回路 82 は、零クロス点検出器と零クロス点で立上がる所定幅のパルスを出力するパルス発生器とで構成することができる。トランジスタ Tr のエミッタは接地され、コレクタはリレー RY の励磁コイル L を介して電源に接続されている。リレー RY の接点 S の一端は、電源に接続され、かつ他端は高電圧発生回路 80 に接続されている。そして、高電圧発生回路 80 は上記で説明したようにリード線 50、52 を介して電極板 46、48 に接続されている。

次に本実施例の動作を説明する。振動発生部 B で発生された振動は防振装置の支持台 28 を介して振動受部 A に伝達されると共に支持台 28 を介して吸振主体 26 へ伝達されて吸振主体 26 の内部摩擦で振動が減衰される。振動発生部 B の振動による変位  $y$  は、変位センサ 92 によって検出さ

れ位相調整回路 84 で位相が調整された後パルス発生回路 82 に入力される。

ここで、第 3 図に示すように、振動発生部 B の振動が  $y = y_0 \sin \omega t$  (ただし、 $y_0$  は振幅、 $\omega$  は角速度、 $t$  は時間である) で表わされるものとする、位相調整回路 84 の出力は  $y = y_0 \sin(\omega t + \theta)$  となる。パルス発生回路 82 は、位相調整回路 84 から出力される信号の零クロス点を検出し、第 4 図に示すように、零クロス点で  $e [kV]$  に立上がる所定幅のパルス列から成るパルス信号を発生する。パルス発生回路 82 からパルスが出力された場合には、トランジスタ Tr にベース電流が流れるためトランジスタがオンし、この結果励磁コイル L が励磁されてリレー RY の接点 S が閉じられ、高電圧発生回路 80 が作動して高電圧発生回路 80 から電極板 46、48 に高電圧が印加される。この結果、電気粘性流体の粘性が大きくなる。一方、パルス発生回路 82 からパルスが出力されない場合にはトランジスタ Tr がオフするためリレーの接点 S がオフし、高電圧

発生回路 80 から電極板 46、48 に高電圧が印加されないため電気粘性流体の粘性は大きくならない。

一方、振動発生部 B で発生され支持台 28 を介して吸振主体 26 へ伝達された振動は、吸振主体 26 を介して液室 32 へ伝達されるので、小液室 32 A 内の電気粘性流体はオリフィス 40 を介して小液室 32 B に移動することになる。このとき、上記で説明したように電極板 46、48 に高電圧が印加されていれば、電気粘性流体の粘性が大きくなるため、電気粘性流体移動時の流通抵抗によって振動が減衰される。一方、電極板 46、48 に電圧が印加されていない場合には、電気粘性流体の粘性が大きくならないため振動発生部の振動によって振動受部が加振されることが防止される。

上記のように粘性を制御したときの減衰特性を従来例と比較して第 5 図に示す。なお、第 5 図の曲線 C1 は粘性を制御しないときの減衰特性、曲線 C2 は一定負荷で一定電圧 (4 kV) を印加したときの減衰特性、曲線 C3 は本実施例の減衰

特性を各々示すものである。

ところで、振動受部としてエンジンを採用し振動発生部として車体を採用した場合には、広い帯域の周波数に亘って振動が発生する。従って、車体を基本周波数で振動させたときの最適な防振効果が得られる位相ずれ量を測定し、この位相ずれ量に基づいて電極板 46、48 へ通電するタイミングを制御することにより上記で説明したように減衰係数およびばね定数に変化され、これによって広い周波数帯域に亘った振動吸収が可能となる。特にオリフィス 40 は軸寸法が長いので、エンジン振動が広い範囲に亘って生ずる場合にもこれに対応することができる。

具体的には、本実施例をエンジンマウントに適用すると、エンジンのバウンス振動が 15 Hz、ローリング振動が 7 Hz 付近に生ずることがある。これに対し防振装置は電極板 46、48 へ通電せず、エンジンのバウンス振動に合うように流体の粘性をチューニングし、ローリング振動が生ずるときに電極板 46、48 へ通電して電極間に

電位差を与え流体の粘性を上げることにより7位付近まで高減衰のピーク位置をずらすことができる。

また、電気粘性流体に電界を印加した場合には、電界を印加した時点から粘性流体の粘性が変化するまでに数+ms程度までの応答遅れが存在するが、上記のように最適な振動特性が得られるように実験により位相ずれ量を定めることにより、この応答遅れを補正して必要なタイミングに粘性が変化するようにすることができる。また、上記では電気粘性流体に電界を印加して粘性を大きくする例について説明したが、電気粘性流体の成分によっては電界を印加して粘性を小さくすることができるので、電界を印加して粘性を小さくし、この電界の印加を中止して粘性を大きくするようにしてもよい。また、上記ではアナログ回路で制御する例について説明したがマイクロコンピュータ等のデジタル回路を用いて制御してもよい。

次に、本発明が適用可能な防振装置を説明する。

第6図には本発明が適用可能な第2の防振装置

た可動板58、ストッププレート60の間隔は隔壁蓋板38の肉厚よりも大きくなっている。このため可動板58は隔壁蓋板38の肉厚方向に微小変位(0.5mm程度以下)可能となっている。

このためこの防振装置では、電極板46、48への通電による電気粘性流体の粘性変化を利用して広範囲な振動吸収が可能になると共に、可動板58が振動できるので特に高周波の微小振動を受けた場合にも動的ばね定数を上げることがなく、このためこもり音を低減することができる。

第7図(B)には第4の防振装置が示されている。この防振装置は前記防振装置と同様な微小変位可能な部材を設けたものであるが、微小変位可能な鉄板103は複数の小孔を有すると共に弾性膜101、102で挟まれている。これらの弾性膜101、102は隔壁蓋板38、隔壁20へ外周が加硫接着され、鉄板103と隙間を有し、この鉄板103を微小変位可能としている。その他の構成は第7図(A)と同様であり同様の効果が得られる。

(第1図の防振装置を第1の防振装置とする)が示されている。

この第2の防振装置では前記の第1の防振装置における隔壁蓋板38の外周が直角に屈曲され筒状の立壁部38Aとされて隆起部20Aの外周へ当接しており、立壁部38Aの下端部はさらに直角に屈曲されてフランジ部38Bとされ、隔壁20の上面へ密着し、外筒24の下端かしめ部によって隔壁20へ押圧されている。このためこの第2の防振装置では隔壁20の上端と隔壁蓋板38との間を確実に閉止して漏れのないオリフィス40を形成することができる。

第7図(A)には第3の防振装置が示されている。この防振装置では隔壁蓋板38の中央部に開口56が形成され、この開口56内に可動板58が取付けられている。この可動板58は上小液室32A側の端部に直径部58Aを有し、また下小液室32B側にはストッププレート60が固着されている。可動板58、ストッププレート60の外径は開口56よりも大きく形成されており、ま

第8図には第5の防振装置が示されている。

この防振装置では第1の防振装置の構成に加えて上小液室32A内に仕切板62が配置されている。この仕切板62は上小液室32Aのほぼ中央部に配置され、周囲が略直角に屈曲された立壁部62Aとされ、この立壁部62Aの下端部がさらに直角に屈曲されたフランジ部62Bとされ、このフランジ部62Bが外筒24の下端部によって隔壁20へ押圧固定されている。またこの仕切板62の中央部には開口64が形成されている。

このためこの仕切板62は上小液室32Aをほぼ二分割し、開口64を通して互いに連通している。

この結果この防振装置では前記第1の防振装置に加えて、開口64付近に生じる液柱共振を利用し、特定の周波数において動的ばね定数をさらに低くすることができる。

第9図には第6の防振装置が示され第10図にはこの防振装置の横断面が示されている。

この防振装置は前記第1の防振装置における貫通

孔 36 内へ複数個（この実施例では 4 個）の同心状電極板 66、68、70、72 を設けたものである。これらの電極板は貫通孔 36 へ掛け渡されるアーム 74 によって支持されている。また電極板 66 と電極板 70 とはアーム 74 内及び隔壁 20 内を通るリード線 76 によって、電極板 68、72 は同様なリード線 78 によって上記の高電圧発生回路 80 へ接続されている。

また隔壁蓋板 38 には貫通孔 36 と連通する貫通孔 38C が形成され、これによって貫通孔 38C が貫通孔 36 と共に上小液室 32A、下小液室 32B を連通している。

電極板 66 ～電極板 72 の各間隔は電極板 46、48 間の間隔と約同程度とされている。

このためこの防振装置では貫通孔 36、38C を介して上小液室 32A、下小液室 32B を連通する部分のオリフィスはその断面積  $S_a$  がオリフィス 40 の断面積  $S_b$  よりも大きく、また貫通孔 38C、36 部分のオリフィスの長さはオリフィス 40 の長さよりも短い。

フィス 40 の径と長さを決め、ピッチング振動が生ずるときは、電極板 46、48 間に電界を与え流体の粘性を増して減衰力のピークを 7 匝付近にもってこることが可能となる。この場合電極板 66 ～72 に電位差を与えて、この部分のオリフィス内の流体を固化させる。

さらにオリフィス 40 内の流体を固化すれば、ばね定数をかなり硬くすることができる。これは急に高負荷が加わる場合に一時的にばね定数を硬くしてエンジンを他部分と干渉しないようにしようとするときに適用できる。

この防振装置ではオリフィス部分におけるオリフィスの長さ  $l$  と断面積  $S$  との比  $l/S$  を 2 以上にすることが好ましい。

第 11 図には第 7 の防振装置が示され、支持台 28 の上部へさらに弾性体 105 が取り付けられ、ボルト 30 が固着されたプレート 106 へ加硫接着されている。これにより、流体がオリフィス 40 を流れなくなり、上小液室 32A 内の圧力が上昇した際のばね定数増大を低減させるようになっ

て振動吸収時には電極板 46、48 及び電極板 66 ～72 へ通電することによってオリフィス 40 及び貫通孔 38C、36 部分の流体の粘度を様々に変えてオリフィス 40 及び貫通孔 38C、36 のオリフィスの組合せで各種の振動を吸収できる。高速走行時のこもり音低減のためには貫通孔 36、38C のオリフィス内を流体が自由に通過できるようにするのが好ましい。特に貫通孔 38C、36 内の流体を固化し、実質的にオリフィス 40 のみで上小液室 32A と下小液室 32B とを連通することもできる。この場合電極板 46、48 へ通電しなければオリフィス 40 は電極板 46、48 が設けられていないオリフィスと同様な特性を生ずる。

具体例としてエンジンのバウシング振動が 15 匝、ピッチング振動が 7 匝付近に出る場合には一般的に、はなれた周波数で高減衰を出すことは不可能である。従ってオリフィス 40 の電極板 46、48 へ電位差を与えないときに減衰力の周波数ピークを 15 匝にチューニングするようにオリ

ている。

第 12 図には第 8 の防振装置が示されている。この防振装置は自動車のキャブマウントへ適用された例であり、車体 112 へボルト 114 で固着されるベースプレート 116 にはゴム等で円筒状とされた下吸振主体 118 の上端が加硫接着されている。

この下吸振主体 118 の下端外周には金属短筒 120 の内周が加硫接着されると共に、この金属短筒 120 へかしめ固着されるベースプレート 122 が下吸振主体 118 の下端部を支持している。このベースプレート 122 の軸心部には内筒 124 の下端部が貫通固着されており、この内筒 124 内には振動発生部であるキャビン 126 から垂下される取付ボルト 128 が貫通しており、突出先端部はナット 132 が締付けられている。

内筒 124 の上端には平板 134 が固着され、この平板 134 の外周へかしめられた短筒 136 とベースプレート 116 との間にはゴム等で円筒状に形成される上吸振主体 138 の上下端部が加

硫接着されている。

ここに平板 134、吸振主体 118、138 及びベースプレート 122 によって囲まれる内部は液室 140 とされており、前記各防振装置の液室 32 と同様に電気粘性流体が封入されている。

この液室 32 内には隔壁 142 が配置され、液室 140 を上小液室 140A と下小液室 140B とに区画している。この隔壁 142 は上端がベースプレート 116 へ固着された短筒 143 上へ搭載されると共に、上吸振主体 138 の下端延長部によってこの短筒 143 へ押圧固定されている。この隔壁 142 上にはスペーサ 144 及び隔壁蓋板 146 が取付けられ、隔壁 142 の筒部 142A との間にオリフィス 148 を形成している。このオリフィス 148 は前記各防振装置のオリフィス 40 と同様形状であり、隔壁蓋板 146 の円孔 150 及び隔壁 142 の円孔 152 を介して上小液室 140A 及び下小液室 140B へ連通されている。

隔壁 142 には筒部 142A の内側を内筒 12

4 が貫通しており、内筒 124 の外周へスライド可能に取付けられるリング 154 との内に円筒状ゴム 156 が加硫接着されている。

またこの防振装置においてもオリフィス 148 には筒部 142A の外周及びスペーサ 144 の内周にそれぞれ電極板 46、48 が取付けられ、互いに対向しており、リード線 50、52 を介して高電圧発生回路 80 から通電することでオリフィス 148 内の電気粘性流体の粘性を変化できるようになっている。

従ってこの防振装置においても、キャビン 126 の振動時にオリフィス 148 内の液体の粘度を替えて吸振特性を変化させ得る。

またこの防振装置では、キャビン 126 の振動が取付けボルト 128 を介してベースプレート 122 へ伝えられるので、上小液室 140A の縮小時に下小液室 140B を拡大でき、オリフィス 148 内の流体流量を大きくすることができる。

そして、第 13 図には第 9 の防振装置が示されている。第 9 の防振装置は上記で説明した第 1

第 8 の防振装置と略同様な構成のため同一部分には同一符号を付して説明を省略するが、上記長オリフィスに代えて略 C 字形状のオリフィスを設けた点が主として相異なる。吸振主体 26 の頂部には、取付ボルト 30 を備えた支持プレート 160 が固定されている。小液室 32A と小液室 32B とを区画するように絶縁材で構成された隔壁 20 が配置されており、この隔壁 20 の略中央部には薄肉状部が形成されている。また、隔壁 20 の薄肉状部の周囲には、隔壁 20 の平面図を示す第 14 図に示されるように、略 C 字状の貫通溝が穿設されており、この溝内に略 C 字状の電極板 162、164、166 が平行に配置されて電極板 162 と電極板 164 との間および電極板 164 と電極板 166 との間に略 C 字状のオリフィス 168、170 を形成している。そして、電極板 162、164、166 の各々はリード線 172 の各々を介して高電圧発生回路 80 に接続されている。この防振装置によれば、電極板 162、166 を高電圧発生回路の陽極（または陰極）に接続すると

共に電極板 164 を高電圧発生回路の陰極（または陽極）に接続し、上記のように電圧を制御することでオリフィス内の電気粘性流体の粘性を变化することができる。

次に本発明が適用可能な防振ブッシュを説明する。

第 15 図～第 17 図には第 1 の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュは中空形状の軸 210 が図示しない基合へ固着され、この軸 210 と同軸的に外筒 212 が配置され、この外筒 212 が振動発生源である産業機械等へ取付けられるようになっている。

軸 210 の外周にはゴム等の円筒型弾性体 214 が加硫接着されている。この弾性体 214 の外周は中間筒 216 の内周へ加硫接着されている。この中間筒 216 が外筒 212 へ圧入されることにより弾性体 214 は実質的に軸 210 と外筒 212 との間に取付けられて外筒 212 を軸 210 へ支持している。このような第 1 の防振ブッシュ



では外筒212は絶縁物で製作しておくことが望ましい。中間筒216と外筒212とのシールを確実にを行うために中間筒216の外周へOリング218が取付けられている。

中間筒216には軸心を挟んだ反対側に一對の開口220が形成されており、この開口220に嵌めて弾性体214の外周一部が切欠かれ、これによって外筒212の内側に小液室224、224を構成している。これらの小液室224、224には電気流動性流体が充填されている。

中間筒216の外周には一對の開口220を連通する溝が形成され、この溝は外筒212の内周との間に制限通路226を構成している。従ってこの制限通路226は一對の小液室224、224を互いに連通するようになっている。

軸210の外周にはストップパ片228が固着されており、このストップパ片228の外周は弾性体214の一部で被覆されている。従ってこのストップパ片228は軸210と外筒212との半径方向の相対変位量を所定位置に制限するストップと

しての役目を有している。

制限通路226にはその側壁に電極板230、232が取付けられ、制限通路226内で対向して配置されている。これらの電極板230、232の間隔は1mm程度とすることが好ましい。

またこれらの電極板230、232はそれぞれリード線234、236を介して第1図に示した高パルス発生回路82に接続されている。これらのリード線234、236は中間筒216の内部を通過している。このため中間筒216は一部又は全部を合成樹脂、セラミックス等の絶縁材料で形成したり、リード線234、236の外周に絶縁皮膜が施される等の構造とすることが好ましい。また、防振装置で説明したように、基合または振動発生源には、変位センサが取付けられる。

このように構成された防振ブッシュは、軸210及び外筒212を図示しない基合及び産業機械へ取付けると、振動が外筒212を介して中間筒216、弾性体214へと伝達される。弾性体214は内部摩擦によってその振動を吸収する。

またこの振動によって小液室224、224内の流体は制限通路226を通過することになるが、この通過時における抵抗によっても振動が吸収される。

またリード線234、236を介して電極板230、232へ通電すると、この通電量に応じた電界の増加によって制限通路226内の電気流動性流体は次第に粘性が増大して流体の共振周波数が低周波側にずれてくる。このため電極板230、232が設けられていない状態から、制限通路226内の流体が完全に固化し（動ばね定数の増加）、制限通路226が閉止された状態まで変化させることができ、これによって流動抵抗を調整して広い周波数に渡った振動を吸収することができる。

一例として、シミーのでる周波数を17~18Hzとして、これを抑えようとこのあたりの周波数に大きなロスが生ずるように電圧を上げればよいことになる。

このように、ばね定数を変更して車両の乗り心

地、操縦安定性の向上に寄与できる。

次に第18、19図には第2の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュでは前記防振ブッシュにおける制限通路226と外筒212との間に絶縁板242が介在されている。このためこの防振ブッシュにおいては外筒212が導電材料で形成されている場合にも電極板230、232が絶縁状態を維持できるようになっている。

次に第20、21図には第3の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュでは中間筒216の外周と外筒212の外周との間に弾性体244が介在されている。この弾性体244は中間筒216の外周へ予め固着して、これを外筒212の内周へ圧入したり、またあらかじめ外筒212を少し大きめに作っておき、中間筒216に被せてかしめ固定したり、逆に外筒212の内周へ予め固着しておき、これを中間筒216の外周へ圧入するようにしてもよい。これらの場合、外筒212の軸方向



端部を内側へ絞って中間筒 216 へかしめるようにすることが好ましい。

従ってこの防振ブッシュにおいても弾性体に導電性がない材料を用いれば外筒 212 が導電材料で形成されている場合にも電極板 230、232 の絶縁状態を維持することができると共に液室のシールを確実にすることができる。

次に第 22、23 図には第 4 の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュでは制限通路 226 内に配置される電極板 230、232 が制限通路 226 の幅方向両側ではなく、軸 210 に近い底面及び外筒 212 に近い外周面へと配置されている。このためこの防振ブッシュでは中間筒 216 を絶縁材料によって形成すれば外筒 212 は導電性材料で形成してあっても電極板 230、232 の絶縁状態が維持されることになる。

第 24、25 図には第 5 の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュでは外筒 212 の内周にリン

グ溝 246 が形成され、この外筒 212 の内周へ

圧入される筒体 248 によってリング溝 246 と筒体 248 の外周との間に制限通路 226 が形成されている。またリング溝 246 の底面には電極板 230 が配置され、リード線 34 と連結されている。

筒体 248 には小液室 224、224 に対応して円孔 250 がそれぞれ形成され、これによって制限通路 226 が小液室 224、224 と連通されている。リング溝 246 と筒体 248 との間の不要部分の隙間を埋めるためにスペーサ 252 が取付けられている。

また筒体 248 にはリード線 36 が連結され、これによって筒体 248 が他方の電極を構成するようになっている。

この防振ブッシュにおける中間筒 216 には外周へ弾性体 214 の一部が回りこんでおり、このためこの回りこんだ弾性体 214 の一部が筒体 248 の内周との間のシールを確実に行っている。

次に第 26、27 図には第 6 の防振ブッシュが

示されている。

この防振ブッシュにおいては軸 210 は絶縁体の合成樹脂又はセラミックス等で作られており、この外周にリング溝 254 が形成され、この軸 210 の外周へオーリング 256 を介して圧入される中間筒 258 との間が制限通路 226 となっている。このため中間筒 258 には小液室 224、224 と連通するための開口 260 が形成されている。またこの開口 260 はストッパ片 228 に形成される貫通孔 262 と連通しており、これによって制限通路 226 が開口 260、貫通孔 262 を通して小液室 224、224 と連通されている。

この防振ブッシュにおける電極板 230 はリング溝 254 の底部へ取付けられ、中間筒 258 が他方の電極板を構成している。

またこの防振ブッシュにおいても前記防振ブッシュと同様に中間筒 216 の外周には弾性体 214 の一部が回りこんで形成され、これによって外筒 212 との間のシールを確実に行っている。

次に第 28、29 図には第 7 の防振ブッシュが示されている。この防振ブッシュでは前記第 4 の防振ブッシュにおける電極板 232 が省略された構成となっており、導電材料で製作される外筒 212 が他方の電極板の役目を有している。

次に第 30、31 図には第 8 の防振ブッシュが示されている。この防振ブッシュにおいては前記第 6 の防振ブッシュと同様に軸 210 の外周に形成されるリング溝 254 及びストッパ片 228 を貫通する貫通孔 262 が小液室 224、224 を連通しているが、この防振ブッシュではリング溝 254 の両側部に電極板 230、232 が配置されている点が異なっている。

次に第 32、33 図には第 9 の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュでは制限通路 226 が軸 210 を貫通して形成され、これへ電極板 230、232 が配置されている。このため第 1 の防振ブッシュのように中間筒 216 の外周へ制限通路 226 を形成する必要はない。

しかし第1の防振ブッシュと異なり軸210を筒状に形成することは出来ないため、軸210の軸方向両端からそれぞれねじ孔64が形成され、このねじ孔64へ図示しない基合から突出するねじ軸が螺合固着されるようになっている。

次に第34、35図には第10の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュにおいては軸210を半径方向に貫通する振動軸266が設けられ、この振動軸266の両端部はそれぞれ小波室224、224内において拡張部268、270となっている。またこれらの拡張部268、270の間隔は軸210の外形よりも若干だけ大きくになっている。

このためこの防振ブッシュにおいては所定周波数において振動軸266が軸210の半径方向に微小振動し、これによって特定の周波数の振動を吸収することができるようになっている。

その他の構成は第1の防振ブッシュと同様である。

この振動軸266は軸210ではなく、外筒2

12側へ取付けるようにしてもよい。

次に第36、37図には第11の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュにおいては前記防振ブッシュにおける振動軸266が軸210の軸心から偏心して形成され、これによって軸210を中空としその軸心部へ取付用のシャフトが貫通できるようにしている点が異なっている。

次に第38図～第40図には第12の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュにおいては前記第1の防振ブッシュにおける制限通路226に加えて中間筒216の反対側外周へ制限通路226Aが形成され、これによって小波室224、224が制限通路226、制限通路226Aを介して連通されている。しかしこの防振ブッシュにおける電極板230、232は制限通路226内のみに配置されており、制限通路226A内に配置されていない。これによって制限通路226内の電気流動性流体の粘性のみを変更することができるようになっている。

しかし、できれば中間筒216を絶縁体の合成樹脂やセラミックスとしてその中に埋め込んで絶縁させることが望ましい。

従ってこの防振ブッシュにおいては電極板230、232への通電により制限通路226C内の電気流動性流体の粘性を変化させて通過抵抗を変えることができるが、制限通路226D内の電気流動性流体は通電量に拘わらず常に一定の抵抗値を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を示すブロック図、第2図は第1図の防振装置の隔壁部分を示す分解斜視図、第3図は変位センサおよび位相調整回路の出力波形を示す線図、第4図はパルス発生回路の出力波形を示す線図、第5図は本実施例と従来例との減衰特性を比較し示す線図、第6図は本発明が適用可能な第2の防振装置を示す断面図、第7図(A)、(B)はそれぞれ本発明が適用可能な第3、第4の防振装置を示す断面図、第8図及び第9図はそれぞれ本発明が適用可能な第5、第

次に第41図乃至第44図には第13の防振ブッシュが示されている。

この防振ブッシュにおいては小波室22と小波室24を結ぶ制限通路226の内側に断面コ字形の絶縁板271が取付けられ、この絶縁板271の一方の幅方向端部と幅方向中央部に電極板230、232が配置されている。このため制限通路226の内部は電極板232によって制限通路226C、26Dとに区画されており、小波室224、224はこれらの制限通路226C、26Dを介して互いに連通されている。

電極板230、232への通電を行うフィルム272は第44図に示される如くその内部に導電材274、276が貫通しており、このフィルム272が弾性体214内へ埋めこまれることによって導電材274、276の露出部274A、276Aを介して給電が行われる。フィルム272は弾性体214と加硫接着が可能であり、弾性体214が変形してもフィルム272の周辺で応力集中が小さい。

6の防振装置を示す断面図、第10図は第9図のⅦ-Ⅶ線断面図、第11図及び第12図は本発明が適用可能な第7、第8の防振装置を示す縦断面図、第13図は本発明が適用可能な第9の防振装置を示す縦断面図、第14図は第9の防振装置の隔壁の平面図、第15図は第1防振ブッシュを示す縦断面図(第16図のXV-XV線断面に相当する)、第16図は第15図のXVI-XVI線断面図、第17図は第15図の主要部を示す分解斜視図(弾性体は図示省略)、第18図は第2の防振ブッシュを示す縦断面図(第19図のXVIII-XVIII線断面に相当する)、第19図は第18図のXIX-XIX線断面図、第20図は第3の防振ブッシュを示す縦断面図(第21図のXX-XX線断面に相当する)、第21図は第20図のXXI-XXI線断面図、第22図は第4の防振ブッシュを示す縦断面図(第23図のXXII-XXII線断面に相当する)、第23図は第22図のXVIII-XVIII線断面図、第24図は第5の防振ブッシュを示す縦断面図(第25図のXXI-XX

IX線断面に相当する)、第25図は第24図のXX-XX線断面図、第26図は第6の防振ブッシュを示す縦断面図(第27図のXXI-XXI線断面に相当する)、第27図は第26図のXXII-XXII線断面図、第28図は第7の防振ブッシュを示す縦断面図(第29図のXXVIII-XXVIII線断面に相当する)、第29図は第28図のXXIX-XXIX線断面図、第30図は第8の防振ブッシュを示す縦断面図(第31図のXXX-XXX線断面に相当する)、第31図は第30図のXXXI-XXXI線断面図、第32図は第9の防振ブッシュを示す縦断面図(第33図のXXXII-XXXII線断面に相当する)、第33図は第32図のXXXIII-XXXIII線断面図、第34図は第10の防振ブッシュを示す縦断面図(第35図のXXXIV-XXXIV線断面に相当する)、第35図は第34図のXXXV-XXXV線断面図、第36図は第11の防振ブッシュを示す縦断面図(第37図のXXXVI-XXXVI線断面に相当する)、第37図は第36図のXX

XVIII-XXXVIII線断面図、第38図は第12の防振ブッシュを示す縦断面図(第39図のXXXVIII-XXXVIII線断面及び第40図のXXXVIII-XXXVIII線断面に相当する)、第39図は第38図のXXXIX-XXXIX線断面図、第40図は第38図のXXXIX-XXXIX線断面図、第41図は第13の防振ブッシュを示す縦断面図(第42図のXXXXI-XXXXI線断面に相当する)、第42図は第41図のXXXXII-XXXXII線断面図、第43図はこの防振ブッシュにおける電極と導電性フィルムとの関係を示す分解斜視図、第44図はフィルムの断面図である。

16・・・ダイヤフラム、  
20・・・隔壁、  
26・・・吸振主体、  
32・・・液室、  
32A・・・上小液室、  
32B・・・下小液室、  
38・・・隔壁蓋板、

40・・・オリフィス、  
46、48、66、68、70、72

・・・電極板、

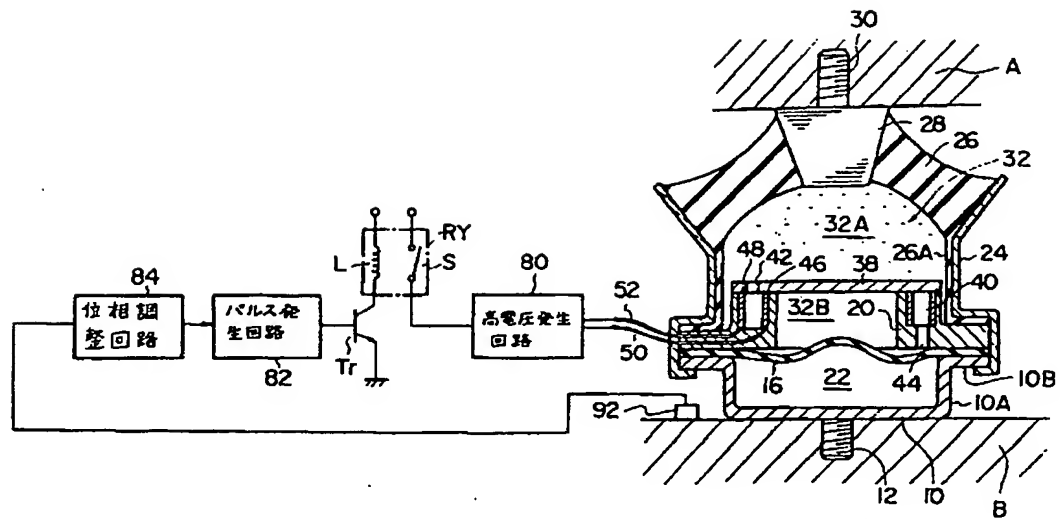
80・・・高電圧発生回路、  
82・・・パルス発生回路。

代理人

弁理士 中 島 淳

弁理士 加 藤 和 洋

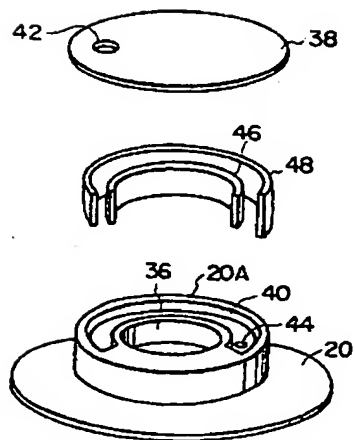
第 1 図



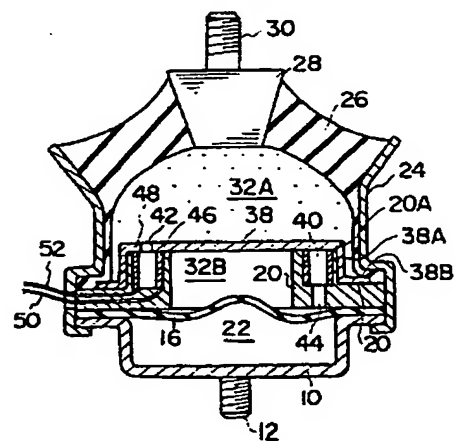
16: サンプル  
20: 隔壁  
26: 吸振主体  
32: 真空  
32A: 上小真空室

32B: 下小真空室  
38: 隔壁基板  
40: オリフィス  
46, 48: 電極板

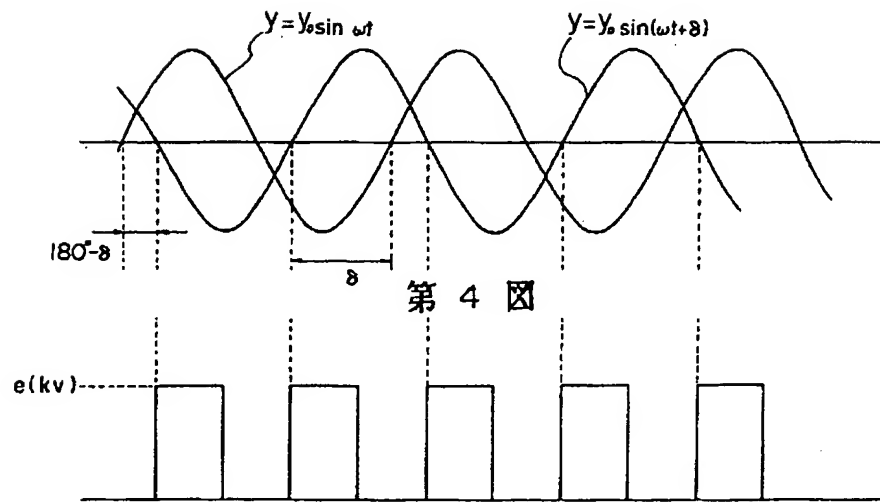
第 2 図



第 6 図

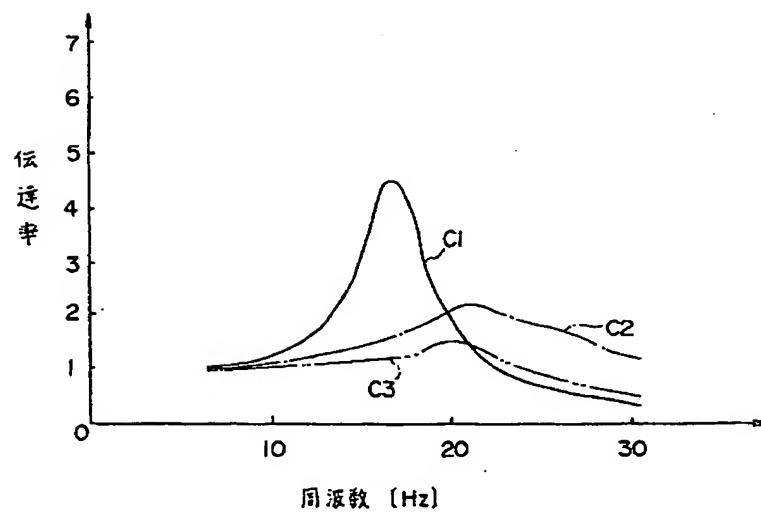


第 3 図

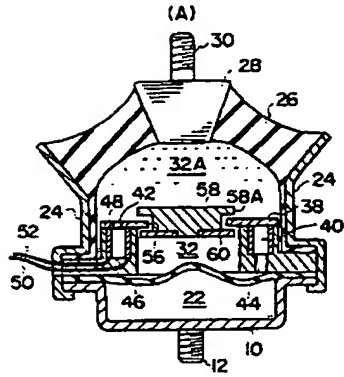


第 4 図

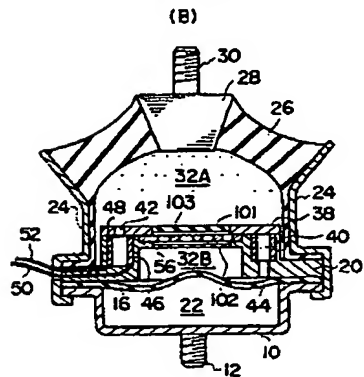
第 5 図



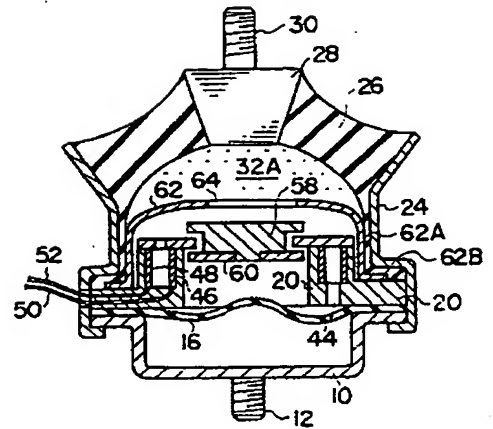
第 7 図



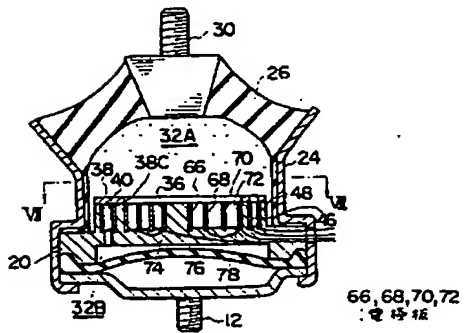
第 7 図



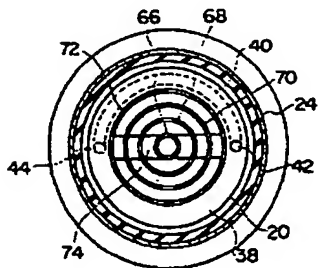
第 8 図



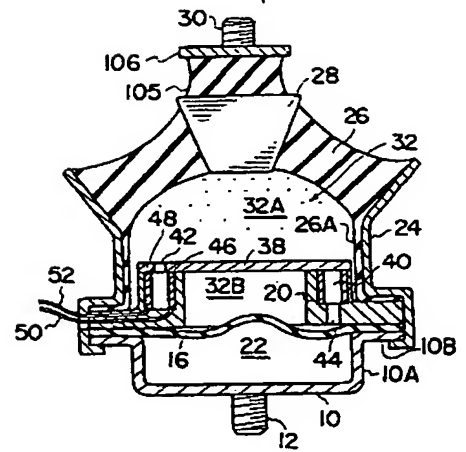
第 9 図



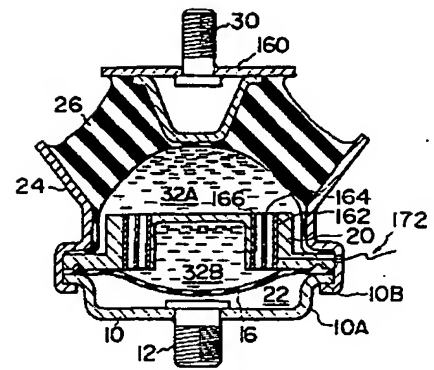
第 10 図



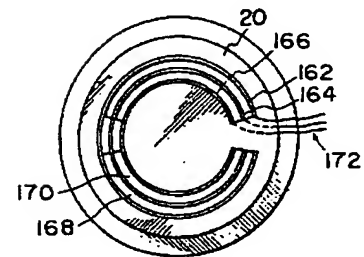
第 11 図



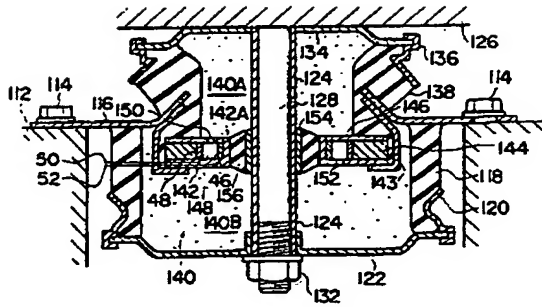
第 13 図



第 14 図

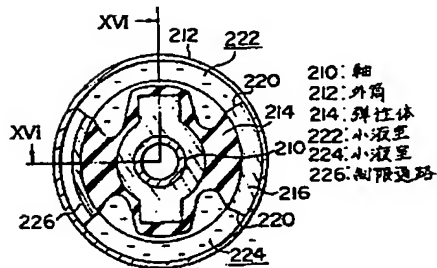


第 12 図

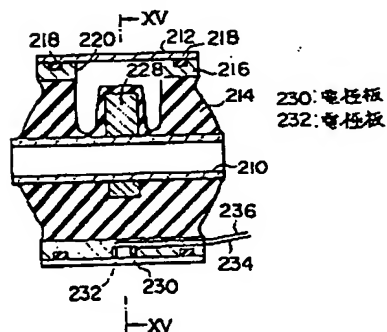


140: housing  
140A: upper small valve  
140B: lower small valve  
142: valve  
146: valve spring  
148: O-ring

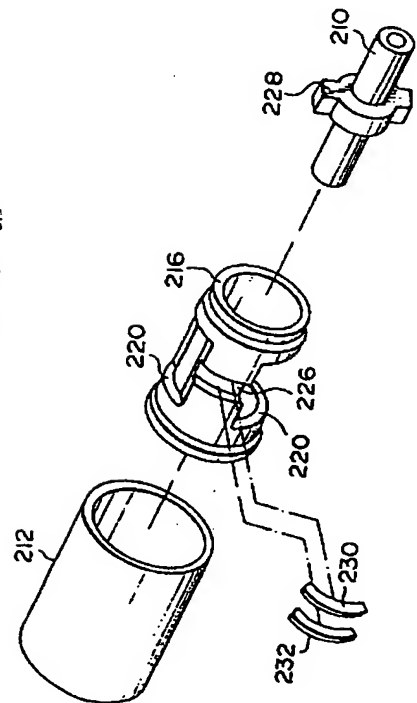
第 15 図



第 16 図

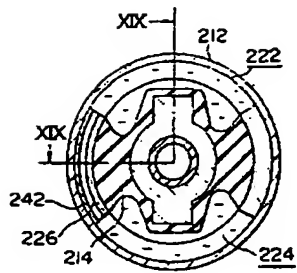


第 17 図

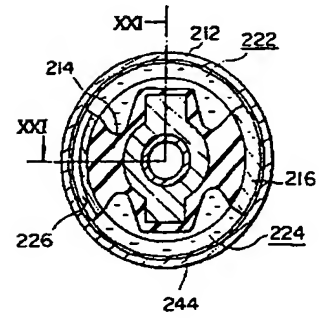




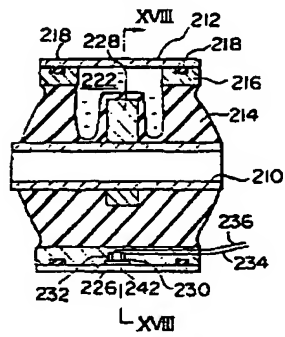
第 18 図



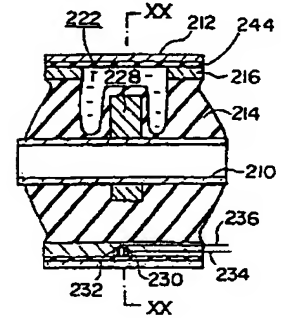
第 20 図



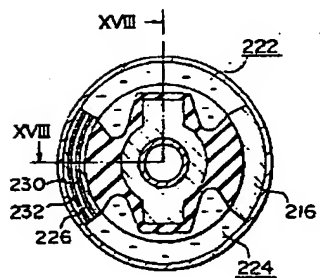
第 19 図



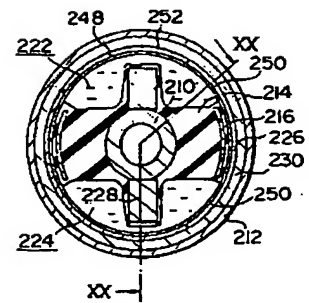
第 21 図



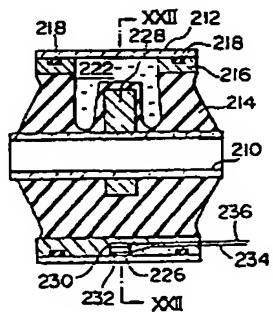
第 22 図



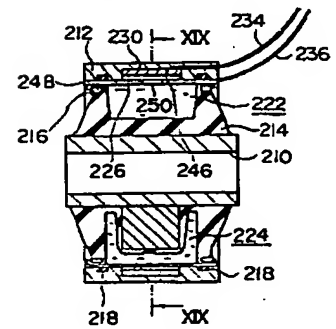
第 24 図



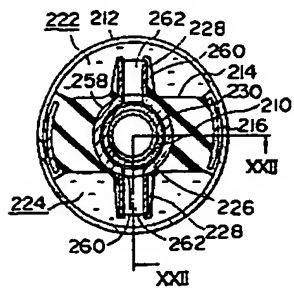
第 23 図



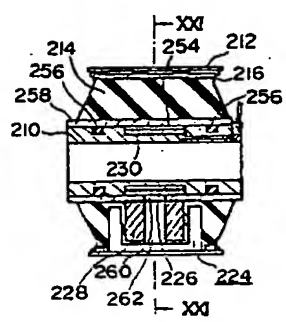
第 25 図



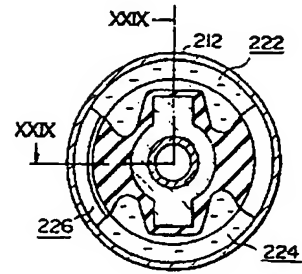
第 26 図



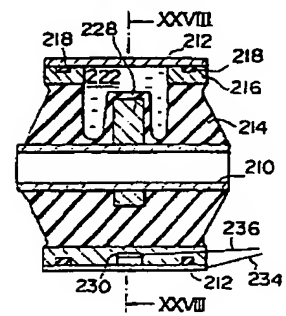
第 27 図



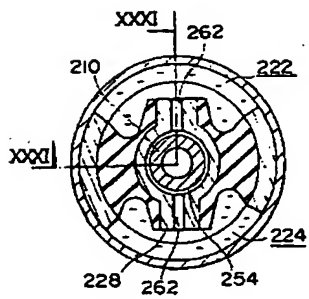
第 28 図



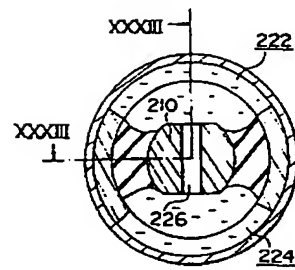
第 29 図



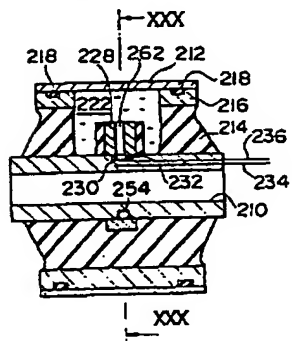
第 30 図



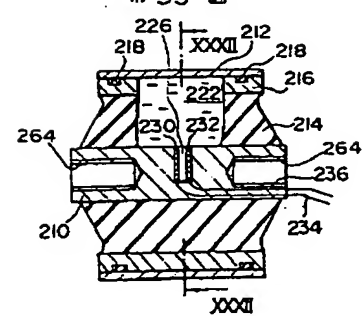
第 32 図



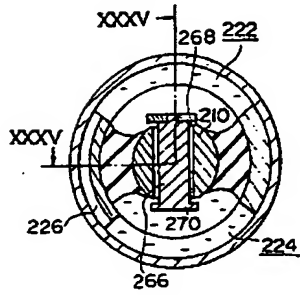
第 31 図



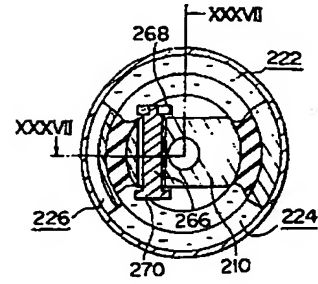
第 33 図



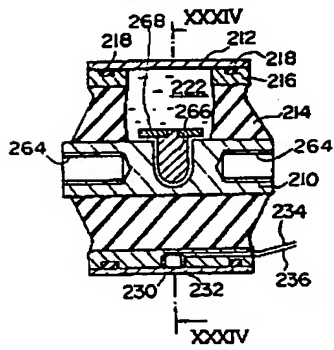
第 34 図



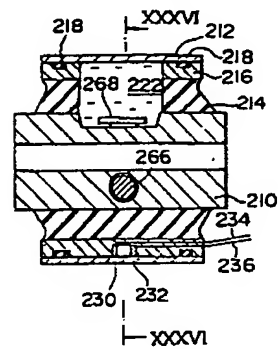
第 36 図



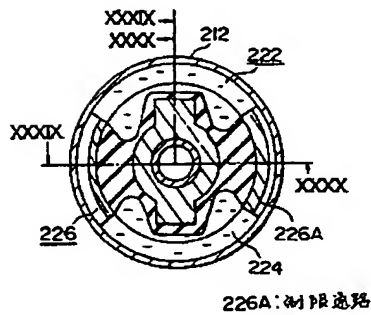
第 35 図



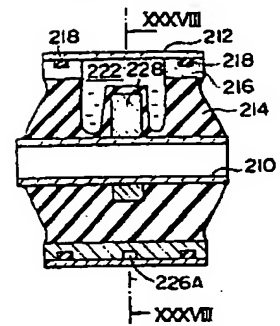
第 37 図



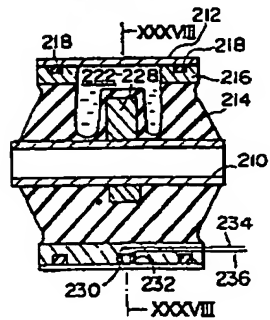
第 38 図



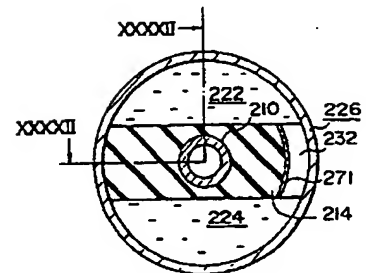
第 40 図



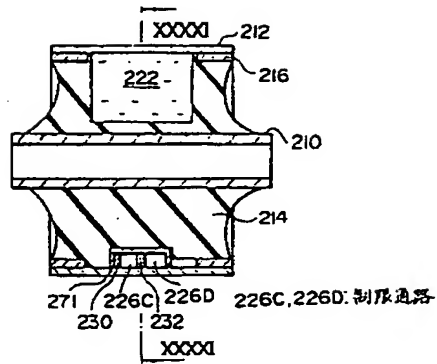
第 39 図



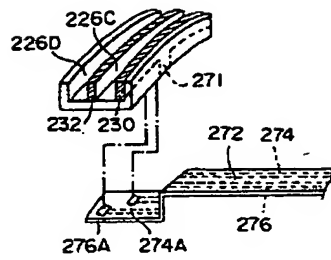
第 41 図



第 42 図



第 43 図



第 44 図

